

图形交互自动编程技术在空分中的应用

周钧陶

王中阳

(杭氧集团有限公司计算机中心) (中国空间技术研究院北京卫星制造厂)

摘要 本文详细介绍了历来在一些产品 CAD 设计和数据加工中编程的问题和弱点,进而介绍了新的编程技术,即图形交互自动编程技术的先进性,并从目前我公司在该项技术上的研究发展情况,展现了它在空分行业上的发展趋势。

主题词: CAD 应用 图形交互 自动编程

“图形交互自动编程技术”是一种计算机辅助编程技术。它是通过计算机软件来实现的。这种软件通常以机械计算机辅助设计(CAD)软件为基础,利用 CAD 软件的图形编辑功能将零件的三维几何图形绘制到计算机上,形成零件的图形文件,然后调用数控编程模块,采用人机交互的方式在计算机屏幕上指定被加工的部位,再输入相应的参数计算机便可自动进行必要的数学处理并编制出数控加工程序,同时在计算机屏幕上动态地显示出刀具的加工轨迹。

在出现这种技术以前,我们是用手工编程和 APT 语言进行编程的,但是它们都有如下缺点和不足:

1. 零件的设计与加工之间用图纸传递数据阻碍了设计与制造的一体化。

2. 零件模形一方面受语言描述能力的限制,另一方面也使系统的几何定义部分过于庞大。

3. 图纸解释、工艺过程规划要工艺人员完成,特别是对形态复杂的曲面加工,对用户的技术水平要求较高,既困难又容易出差错。

4. 缺少对零件形状、刀具运动轨迹的直观显示和刀具轨迹的验证手段。

随着数控加工技术的迅速发展,数控加

工设备种类增多,需要数控加工的零件品种和数量增多,零件的几何形状更加复杂,因而对编程技术要求也相应地提高,不仅要求解决形状复杂零件的编程问题,而且要求编程的速度快、精度高,并便于直观地检查。这样手工编程和 APT 语言编程在某些方面就显现出了一些缺陷和不足。随着计算机软件技术、特别是图形处理能力的提高,产生了图形数控编程系统。图形交互自动编程是一种全新的编程方法。与手工编程及 APT 语言编程比较,有以下几个特点:

1. 该方法是在计算机上直接面向零件的三维几何图形以光标指点、菜单选择及交互对话的形式进行编程,其编程结果也以图形的方式显示在计算机上,特别是对于形状较复杂的曲面加工,该方式更显示简单、直观、准确、便于检查的优点。

2. 通过图形交互自动编程软件和相应的 CAD 软件有机地联系在一起的一体化软件系统,既可用于进行计算机辅助设计,又可以直接调用设计好的三维零件图形进行交互编程,对实现 CAD/CAM 一体化极为有利。

3. 这种编程方法的整个编程过程是交互进行的,简单易学。在编程过程中可以随时发现问题进行修改。

4. 编程过程中, 图形数据的提取、节点数据的计算, 程序的编制及输出都是由计算机自动进行的, 如果配置了仿真模块, 还能实现加工仿真, 进行碰撞、干涉、及加工精度检查, 因此编程的速度快、效率高、准确性好。

5. 此类软件都是在通用计算上运行的, 不需要专用的编程机, 并且普遍适用于机械制造行业, 所以非常便于普及推广。

目前在我国应用较为广泛的集成化图形数编程系统有: CADAM、CATIA、EUCLID、UG II、INTEGRAPH、PRO/ENGINEERING、MASTERCAM、NPU/GNCP 等, 这些系统的 NC 编程功能都比较强且各有特色。

图形数控编程系统实质上是一个集成化的 CAD/CAM 系统。一般由几何造型、刀具轨迹生成、刀具轨迹编辑、刀位验证、后置处理(相对独立)、计算机图形显示、数据库管理、运行控制及用户界面等部分组成。

在图形数控编程系统中, 几何数据库管理模型是整个系统的核心。

在几何造型模块中常用的几何模型包括: 表面模型、实体模型和加工特征单元模型等。

多轴刀具轨迹生成模块直接采用几何数据库中加工(特征)单元的边界表示模式, 根据所选用的刀具及加工方式进行刀位计算, 生成数控加工刀具轨迹。

刀具轨迹编辑根据加工单元的约束条件对刀具轨迹进行裁剪、编辑和修改。

刀位验证一方面检验刀具轨迹是否正确, 另一方面检验刀具是否与加工单元的约束面发生干涉和碰撞, 其次是检验刀具是否切削加工表面。

图形显示贯穿整个编程过程的始终。用户界面提供用户一个良好的操作环境。运行控制模块支持用户界面所有的输入方式到各功能模块之间的接口。

后置处理过程原则上是解释执行, 即每读出刀位文件中的一个完整的记录, 便分析该记录的类型, 根据记录类型, 确定是进行坐标变换还是进行文件代码转换, 然后根据所选数控机床进行坐标变换或文件代码转换, 生成一个完整的数控程序段, 并写到数控程序文件中去, 直到刀位文件结束。其中, 坐标交换与加工方式及所选数控机床类型密切相关比较复杂。

我们杭州制氧机集团有限公司十分重视企业自身设计、制造水平的提高。在八五期间, 针对氧透、空透机壳设计难度大、设计周期长、数控编程时间长从而影响到产品的质量、交货周期等问题, 确定了以氧透、空透机壳造型、图型交互自动编程作为 CIMS 计划的重要部分。为此引进了 EUCLID 软件作为机壳 CAD/CAM 一体化生产的平台。该项目进展顺利, 现已完成一万立方米制氧机机壳造型任务, 并正与北京卫星制造厂合作, 用图型交互自动编程技术开发机壳数控加工程序。我们认为掌握图形交互自动编程的关键之一是要解决好 CAD 为 CAM 准备数据时出现的各种问题, 并找到相应的解决办法。现介绍如下:

设计人员使用 CAD/CAM 软件产品时, 不能光注意屏幕上的效果, 还要注意图纸标注的准确性, 数控编程使用的是 CAD 模型数据, 而标注尺寸的图纸只适合于人。EUCLID 软件拥有尺寸驱动和自适应造型功能, 按图纸对 CAD 模型进行检查与修改很方便。造型时要采用全比例, 而不能缩放, 模型与图纸标注如采用不同单位, 则可以通过改变比例进行修改。

如零件有公差要求, 用 CAD 造型设计采用基本尺寸, 公差在图纸上标注, 则该模型通常都能满足装配、质量特性计算、力学分析等要求, CAM 使用该模型时, 如公差值不为零, 即上下偏差绝对值不相等, 则模

型使用基本尺寸往往不能满足加工精度要求,应该按图纸修改 CAD 模型。

以出加工图纸和装配为主的 CAD 模型,如需要做数控加工编程,编程前应根据模型位置和方向要求,对照数控机床的坐标系来移动模型,同时要考虑对刀和装夹容易,机床主轴滑枕伸出距离短,加工时间短,精度高,程序短等问题。

CAD 图形在屏幕上看似整体,而实际上是由多个元素拼接而成。质量缺陷主要有轮廓拐角不封闭,拐角处超出等,往往无法生成正确的数控程序。连接处超出,用软件 TRIM 命令剪断;连接处不封装闭,不宜用小段直接来连接,而要用软件的 EXTEND 命令延长后,再连接。

能用一个基本元素表达的图形却使用了多个,会加长数控程序。如作图形镜像时常会遇到。这应选择合适的建模方法。

由多个曲面片构成的曲面,应注意曲面片的方面及其连接的精度,否则无法编程。对曲面园角过渡部位,数控编程中能用刀具保证,曲面造型中可适当简化,以减少数据量,提高运算速度。曲面造型时,根据选择的加工方法,有时要对曲面的外界进行适当延伸,否则在边界部位留有毛边。

在 CAM 软件使用图形数据接口传递 CAD 数据时,需要用 CAM 软件提供的测量、尺寸驱动、自适应造型或其他功能作检查与

修改,因为有的接口软件会使数据发生遗失、变形、不完整、单位不一致等缺陷。

二维曲线在数据编程前作圆弧逼近,可使生成的 NC 程序短小,占用的存储空间少,加工后的曲线光滑。应根据要求选择合适的逼近精度。

在为 CAM 准备数据时,我们应能巧妙地应用一些技巧,注意到可能出现的问题并加以避免。

总之,在我们掌握了三维设计造型技术及图形交互自动编程技术以后,对产品质量的提高、缩短生产周期都会产生明显的效益。以生产空分设备为例,以前氧透、空透的设计,如用二维绘图设计一般熟练的设计人员需化二、三个月时间,数控编程人员若用手工或 APT 语言编程必须在生产出铸件以后,根据铸件实体进行反复调试才能完成。一般须化二三个月时间编写数控加工程序。再加上生产铸件所需的时间,因此总生产周期为六、七个月,甚至更长。而如用 EUCLID 三维造型设计后,在制造铸件的同时,根据并行工程原理,用图形交互式数控自动编程技术进行编程,则总生产周期只需化四、五个月即可。实践证明,EUCLID 软件是提高数准确性和加工质量,缩短产品研制周期的好工具。它将在空分行业推广并得到广泛应用。

(1996 年 12 月)

供北京“神华”第一套 600m³/h PSA 制氮装置试车成功

1997 年 5 月 27 日,杭氧液化设备厂为北京神华集团公司生产的第一套撬装式 600m³/h 变压吸附制氮装置(工厂代号 11161),经过 12 个小时满负荷运转,试车一次成功。11161 产品是公司目前生产的最大机型的变压吸附制氮装置,并首次运用数据采集监控和计算机自动化管理。

柴卫祖